

# EXPERIENCIAS EDUCATIVAS EN LA ADAPTACIÓN DE LA ASIGNATURA ESTRATIGRAFÍA DE LA TITULACIÓN DE INGENIERÍA GEOLÓGICA DE LA E.T.S.I. MINAS DE MADRID AL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR (EEES)

*Educational experiences in the adaptation of the course Stratigraphy of the Geological Engineering Qualification from the Madrid School of Mining Engineering to the European Higher Education Area (EHEA)*

**J.E. Ortiz, T. de Torres y H. Mansilla**

*E.T.S.I. Minas de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, C/ Ríos Rosas 21, Madrid 28003. josaeugenio.ortiz@upm.es, trinidad.torres@upm.es*

## RESUMEN

La adaptación de los estudios Universitarios al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) es un gran reto para la educación superior española. El sistema de créditos ECTS se basa en el trabajo que debe realizar el alumno para alcanzar los objetivos de una asignatura, que se basan en el resultado del aprendizaje y los conocimientos que se deben adquirir. En este trabajo se expone la experiencia educativa tras adaptar la asignatura Estratigrafía al nuevo sistema EEES. Se presentan las nuevas estrategias docentes, la metodología, actividades docentes y trabajo del estudiante, junto con los resultados obtenidos.

## ABSTRACT

The adaptation of the University studies to the European Higher Education Area (EHEA) is an important major challenge to the Spanish higher education. The European Credit Transfer System (ECTS) is based on the student work necessary to achieve the objectives of a course, which are mainly specified in terms of the learning outcomes and competences to be acquired. This paper shows the experience of the adaptation of the course "Stratigraphy" to the EHEA. Thus, the new teaching strategies, methodology, learning activities and student workload, together with the results obtained, are presented here.

**Palabras clave:** Estratigrafía, innovación educativa, estrategias docentes, ECTS, EEES

**Keywords:** Stratigraphy, educational innovation, teaching strategies, ECTS, EHEA

## 1. INTRODUCCIÓN

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) surge a partir de la llamada "Declaración de Bolonia" el 19 de junio de 1999, que fue firmada por los Ministros con competencias en Educación Superior de 30 países europeos. A lo largo de los años siguientes una cantidad importante de países europeos se fueron sumando a esta iniciativa, siendo en la actualidad un total de 46 países los que participan de este tránsito al nuevo sistema de enseñanza universitaria. Hasta la fecha se han venido celebrando cada dos años diferentes Cumbres Ministeriales que han ido elaborando balances de los progresos realizados y los objetivos a conseguir con la implantación de este nuevo sistema.

Este proceso se pondrá en marcha de forma obligatoria para todas las Universidades en el próximo curso 2010/2011 con la convergencia de los diferentes sistemas universitarios. Entre los objetivos recogidos en la Declaración de Bolonia destacan:

1. La adopción de un sistema fácilmente legible y comparable de titulaciones mediante la implantación de un Suplemento al Diploma (Real Decreto 1044/2003).
2. La aceptación de un sistema basado en dos ciclos: grado (R.D. 55/2005) y postgrado (R.D. 56/2005).
3. El establecimiento de un sistema de créditos ECTS (European Credit Transfer System) (R.D. 1125/2003) basado fundamentalmente en el trabajo del alumno, tanto en clase como fuera de ella, con una potenciación de la enseñanza meramente práctica y reducción de las clases presenciales. A diferencia del sistema actual en el que un crédito equivale a 10 horas de clase, el crédito ECTS supone un cambio en la mentalidad docente, ya que corresponde a un número de horas de trabajo del alumno que oscila entre un mínimo de 25 horas y máximo de 30 (R.D. 1125/2003), ya sean de asistencia a clase, realización de trabajos o preparación de exámenes, cursándose un máximo de 60 créditos europeos por año académico.

Todo esto supone una revolución para el profesorado, puesto que lleva aparejado un cambio en el desarrollo del aprendizaje del alumno y, en

consecuencia, de las actividades docentes, tanto en las aulas como fuera de ellas. Por lo tanto, esto hace que el profesorado deba plantearse nuevas técnicas para poder adaptar los contenidos de las asignaturas a este nuevo planteamiento y el desarrollo de nuevas estrategias didácticas.

Aunque no es hasta 2010 cuando todas las Titulaciones se deben adecuar a las directrices del EEES, algunas Universidades españolas ya han realizado esta transformación, previa aprobación por parte del Ministerio de Ciencia e Innovación, y en otras se han adaptado asignaturas a las exigencias de los ECTS como paso previo al cambio al que se ven abocadas (Pascual y Murelaga, 2007; Pascual *et al.*, 2008; Tent-Manclús, 2008).

Con el objetivo de mostrar al profesorado de Geología un ejemplo de adaptación al nuevo sistema del EEES, presentamos la metodología empleada y los resultados obtenidos en la adecuación de la asignatura "Estratigrafía" de la Titulación de Ingeniería Geológica que se imparte en la Universidad Politécnica de Madrid.

## 2. PUNTOS DE PARTIDA

### 2.1. La Ingeniería Geológica en la Universidad Politécnica de Madrid

En el curso 2000-2001, se inicia en la E.T.S.I. Minas de Madrid la impartición de una nueva titulación: Ingeniería Geológica, repartida en dos ciclos de dos y tres cursos, respectivamente, y con una carga teórica total de 375 créditos. El Plan de estudios 2000 (B.O.E. 5/07/2000) surge ante el impulso de dos hechos que afectan profundamente a esta Escuela:

- Por una parte, la decadencia de la Ingeniería de Minas como resultado de la casi desaparición de la actividad primaria extractiva en España, a la que se une también la escasa percepción por parte del entorno social y, por otra, a la mala imagen social que se genera tras una serie de desastres medioambientales ligados a la minería: vertido de cianuro al Danubio desde una balsa de residuos en Rumania, o el desastre de Aznalcollar.
- Por otra parte, la titulación de Ingeniería Geológica se llevaba impartiendo desde hacía un buen número de años por la Universidad Politécnica de

Cataluña y, tras haber pasado a tener reconocimiento a nivel de toda España, se constituye en una titulación emergente, en conflicto con la especialidad de "Geología" de la titulación de Ingeniero de Minas. De hecho la E.T.S.I. Minas en particular y la Universidad Politécnica de Madrid se opusieron inicialmente a su implantación. En la actualidad está titulación además se imparte en la Universidad de Barcelona/Universidad Politécnica de Cataluña, Universidad de Oviedo, Universidad de Alicante, Universidad de Salamanca, Universidad de Politécnica de Valencia y Universidad Complutense de Madrid.

Asimismo, en este sentido se establecieron así los puntos de partida para establecer la verdadera renovación de las Titulaciones en la E.T.S.I. Minas de Madrid. En lo que respecta a la premisa básica, la idea esencial adoptada fue el producir ingenieros mejor formados. Para ello había que actuar en dos terrenos:

- En el aspecto metodológico, orientando las enseñanzas de todas las materias en un sentido formativo y no meramente descriptivo.
- En los contenidos, dando más amplitud a las materias de carácter inherentemente formativo.

Ya, por tanto, desde su concepción se pretendió darle un carácter aplicado a la docencia en la Titulación de Ingeniería Geológica.

## 2.2. La asignatura Estratigrafía

En lo que concierne a la asignatura de Estratigrafía del plan 2000, tiene carácter obligatorio, se imparte en el 2º curso (1º ciclo) a un grupo de estudiantes que oscila entre 20 y 30. Tiene carácter cuatrimestral, con 6 créditos (teóricos y prácticos) del plan de estudios anterior, y se imparte durante el primer cuatrimestre. Como se puede deducir, la formación que se pretende dar a los alumnos en la disciplina de *Estratigrafía* con esta carga no permite profundizar en los conocimientos, especialmente prácticos, que dichos alumnos van a adquirir. No obstante, en la asignatura de Prácticas Geológicas de 3º curso de esta misma Titulación, con 9 créditos y de carácter obligatorio, hay un bloque de contenidos prácticos de Estratigrafía aplicada. En estas circunstancias los objetivos que se pretenden obtener con los alumnos son los siguientes:

- Una visión general integrada de la Estratigrafía.
- Un cuerpo de conocimientos básicos perfectamente descritos.
- Una visión muy clara de los elementos comunes a las diferentes ramas de conocimiento que componen la Estratigrafía, con preferencia a los diferenciadores.
- Un léxico estratigráfico correcto, siendo deseable que conozcan la terminología anglosajona, que hoy día es dominante en artículos, libros especializados, libros de texto y libros de divulgación.
- Capacidad de comprensión de artículos o libros que desarrollan con mucha mayor amplitud los temas conocidos.
- Una bibliografía básica actualizada.

Desde el primer curso académico en que comenzó a impartirse esta asignatura se le intentó darle un carácter práctico. De hecho, se realizó un número de prácticas suficientemente representativo (15) así como una salida de campo.

En este sentido hay que tener en cuenta que el alumno previamente ha cursado las asignaturas de Geología General, Cristalografía y Mineralogía y Petrología en primer curso que componen la base sobre la que se apoya la impartición de los conocimientos de Estratigrafía.

## 3. ADAPTACIÓN DE LA ASIGNATURA ESTRATIGRAFÍA AL EEES

Para adaptar esta asignatura al marco del EEES fue necesario modificar el concepto de programa basado en la relación enseñanza-aprendizaje. Así, el programa se convierte en una guía docente donde se anotan: objetivos, competencias a desarrollar en la asignatura y métodos para conseguirlos (Pascual *et al.*, 2008). Por lo tanto, se incluyen todas las actividades docentes a realizar, especificando la forma en la que van a ser evaluadas. Es decir, además de la información tradicional del programa (datos de la materia y del docente, temario teórico y práctico, y bibliografía) se incluyen los tres apartados del currículo universitario según el EEES: competencias, tareas y evaluación de los aprendizajes.

En lo que se refiere a los principios metodológicos (procedimientos y estrategias empleados para ayudar al alumno en la construcción de su pensamiento) que tienen como objetivo *enseñar a aprender*, y que se basan principalmente en el trabajo personal del alumno, se introdujeron importantes

modificaciones, tomando como referencia el método empleado hasta ahora que daba un peso notable a la actividad práctica.

En nuestra opinión, resultaba complicado la transmisión del conocimiento teniendo en cuenta:

- el tiempo disponible, obviamente restringido
- la actitud de algunos alumnos de la asignatura de Estratigrafía que en un número importante (25-30%) practicaban un absentismo activo a las clases, debido a una mala autoprogramación, que les impedía a matricularse en cursos superiores con una carga importante de asignaturas pendientes de cursos precedentes, resultaba muy difícil la transmisión del conocimiento.

La adaptación de esta asignatura al EEES ha supuesto la obligatoriedad de la asistencia a clase y la realización de ejercicios que con el sistema anterior eran voluntarios y, en ocasiones, no realizaban.

Asimismo y aunque ya se venían empleando medios de apoyo actualizados y una metodología que fomentaba la práctica, todo ello basado en estudios sobre la forma en que se realiza el aprendizaje (83 % mediante la vista, frente a un 11% mediante el oído) y del porcentaje de datos retenidos por los estudiantes (10% de lo que leen, 20% de lo que escuchan, 30% de lo que ven, 50% de lo que ven y escuchan, 70% de lo que se dice y se discute, 90% de lo que se dice y luego se realiza), se han introducido nuevas técnicas, como se hace necesario en el EEES, tales como el empleo de la plataforma *moodle* en la enseñanza virtual.

Estos cambios se han visto favorecido por el reducido número de alumnos matriculados en segundo curso (25), cantidad considerada adecuada para establecer estas modificaciones. No obstante, esta metodología tiene su principal inconveniente en el ritmo del aprendizaje, sobre todo en los inicios, pues hasta que no se adquieren hábitos de razonamiento, no se hacen ágiles y, sobre todo, porque la construcción lógica del conocimiento es lenta.

Tabla I.- Distribución de contenidos en la asignatura de Estratigrafía.

Bloque	Contenido	Peso
Introducción y Petrología Sedimentaria	1.- Introducción. Principios de la Estratigrafía. El proceso sedimentario (meteorización, transporte y sedimentación. Suelos: estructura, tipos. 2.- Rocas sedimentarias. Definición. Tipos 3.- Estructuras sedimentarias. Definición, tipos 4.- Diagénesis	40 %
Medios sedimentarios	5.- Aspectos conceptuales y semánticos: facies, secuencias de facies. Modelos sedimentarios. 6.- Medios continentales: aspectos diferenciales y comunes de los medios glaciares, eólicos, fluviales y lacustres. Ambientes y subambientes, facies, secuencias tipo e interés económico. 7.- Medios marinos: aspectos diferenciales y comunes de los medios someros, arrecifales, plataforma y profundos. Interés económico. 8.- Medios de transición: medios deltaicos y mareales: aspectos diferenciales y comunes. Ambientes, facies, secuencias tipo e interés económico.	40 %
Estratigrafía y análisis de cuenca	9.- Geocronología. Unidades estratigráficas (tipos). Transgresiones y regresiones y secuencias deposicionales. Discontinuidades estratigráficas (tipos). 10.- Metodología del análisis de cuenca. Toma de datos, representación. Correlaciones. Síntesis paleogeográfica. 11.- Cuenas y Tectónica	20 %

### 3.1. Desarrollo de la asignatura Estratigrafía adaptada al sistema EEES

En la adaptación de Estratigrafía al nuevo sistema EEES, los contenidos de la asignatura se agruparon en tres bloques de contenidos (Tabla I) en los que se basó la evaluación final, estructura que no se realizaba en la planificación anterior.

En lo que respecta a la metodología docente del plan a extinguir, había clases teóricas presenciales (35 horas), clases prácticas de laboratorio (15 horas), salida de campo (5 horas) y pruebas de evaluación (5 horas). En el desarrollo de la asignatura en la adaptación al EEES se tomó como base la experiencia anterior y se mantuvieron la mayor parte de las clases presenciales prácticas y la salida de campo, aunque con una redistribución del trabajo del alumno acorde al concepto del crédito ECTS (Tabla II). En este sentido se transformó la carga docente de 6 créditos tradicionales en una asignatura de 4.5 créditos ECTS de acuerdo a la propuesta del nuevo Grado que se pretende impartir a partir del curso 2010/2011 en la ETSI Minas de Madrid.

Se introdujeron también importantes modificaciones centradas principalmente en el trabajo del alumno, con la obligatoriedad de realizar trabajos que antes eran voluntarios y en la realización de exámenes a lo largo

del cuatrimestre, en definitiva, una evaluación continua (Tablas II y III). Cabe mencionar que con la metodología anterior se proponían ejercicios, trabajos y exámenes parciales voluntarios, cuya realización suponía un incremento de la nota final (obtenida de un examen final teórico y uno práctico) y nunca valorándose de forma negativa. En nuestra opinión esto ha sido un punto clave por un lado, para la motivación del alumnado, que muchas veces aunque se sienta atraído e interesado por la asignatura, no realiza los ejercicios propuestos por falta de iniciativa personal dejando el estudio de la materia explicada para pocos días antes del examen final, y por otro, para obtener los buenos resultados en la evaluación de los alumnos que cursaron la asignatura en el presente curso 2009/2010.

Una parte de las tareas propuestas obligatorias fue la elaboración de resúmenes de los temas de la asignatura, que el alumno podía completar con la bibliografía propuesta. En las clases presenciales teóricas o en tutorías el alumno planteaba cuestiones y dificultades al profesor y se repasaban los puntos más importantes.

### 3.2. Actos docentes previstos

Con más detalle se describe a continuación la actividad docente, concretando las tareas realizadas en las clases presenciales y prácticas.

Tabla II.- Distribución del trabajo del alumno en la asignatura Estratigrafía adaptada al sistema.

Actividades		Nº horas	Porcentaje
Presencial	Asistencia a clases teóricas en aula	20h=9.1%	44.4 % 50 h
	Asistencia a clases prácticas de laboratorio	10h=9%	
	Asistencia a clase práctica de campo	5h=4.4%	
	Asistencia a Tutorías programadas a lo largo del semestre	5h=4.4%	
	Realización del exámenes	5h=4.4%	
No Presencial	Preparación y elaboración de actividades y trabajos para aula (laboratorio, trabajos propuestos)	35h=31.1%	55.6 % 72,5 h
	Elaboración de informe sobre la salida de campo	7,5 =6.7%	
	Estudio y preparación de las pruebas escritas	20h=17.8%	
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 4,5 ECTS		112,5h	

Tabla III.- Programación de las tareas prácticas y tareas propuestas para la asignatura "Estratigrafía".

	Semana	Bloque
<b>Clases prácticas (Laboratorio)</b>		
1.- Principios de la Estratigrafía y tipos geológicos	1	1
2.-Rocas sedimentarias detríticas I	2	1
3.-Rocas sedimentarias químicas I	3	1
4.-Estructuras sedimentarias I	4	1
5.-Estructuras sedimentarias II	5	1
6.-Rocas sedimentarias detríticas y químicas I	6	1
7.-Rocas sedimentarias detríticas y químicas II	7	1
8.-Columnas estratigráficas	9	2
9.-Microscopía I	10	1
10.-Microscopía II	11	1
<b>Clases prácticas (Salida de campo)</b>		
Levantamiento de series estratigráficas. Análisis de Cuenca	8	2 y 3
<b>Resúmenes de los temas del Bloque 1</b>		
Resúmenes de los temas del Bloque 1	1 a 5	1
Interpretación de diferentes perfiles del suelo	2	1
Estructuras sedimentarias I	4	1
Estructuras sedimentarias II	6	1
<b>Resúmenes de los temas del Bloque 2</b>		
Resúmenes de los temas del Bloque 2	6 a 12	2
Reconocimiento de Medios Sedimentarios I	7	2
Reconocimiento de Medios Sedimentarios II	9	2
Unidades estratigráficas	12	3
<b>Resúmenes de los temas del Bloque 3</b>		
Resúmenes de los temas del Bloque 3	13 a 15	3
Discontinuidades y Unidades estratigráficas	13	3
Secuencias sedimentarias	14	3

## Clases presenciales

- **Clases teóricas:** exposición oral por parte del profesor de los contenidos teóricos fundamentales de cada tema. En las sesiones se utilizarán medios audiovisuales (presentaciones, transparencias, videos, películas, etc.) algunas de ellas disponibles en la página de docencia en red.
- **Clases prácticas:** se distinguen:
  - **Laboratorio:** trabajo individualizado del alumno, en el que tuvo que realizar observaciones, comparaciones y clasificaciones. El alumno presentó un informe del trabajo realizado en el laboratorio al final de cada sesión.
  - **Salida de campo:** levantamiento de dos series estratigráficas en la provincia de Cuenca bajo la supervisión del profesor. El alumno presentó un informe con el trabajo realizado completándolo con información obtenida de la bibliografía.
- **Tutorías programadas:** sesiones en grupos pequeños o individuales, para el seguimiento y corrección de trabajos, solución de consultas sobre el desarrollo de las clases teóricas y trabajos.
- **Realización de pruebas:** pruebas escritas de forma individual a lo largo del desarrollo de cada uno de los tres bloques que constaron de preguntas abiertas.

## Clases No Presenciales

- **Aprendizaje autónomo.**
- **Trabajo individual:** elaboración de trabajos dirigidos por el profesor, a través de lo comunicado y trabajado en el aula, de la bibliografía recomendada y de la página de docencia en red. El profesor que se encargó de corregir estos trabajos en clase o en tutorías.
- **Trabajo de la salida de campo:** elaboración de un informe sobre el trabajo realizado en campo que el alumno completó con información obtenida de la bibliografía.
- **Preparación de la pruebas**

### 3.3. Sistema de evaluación

El sistema de evaluación que se llevó a cabo en el curso 2009/2010 se describe a continuación:

- Evaluación de la actitud y participación de los alumnos en las actividades formativas presenciales de aula y extra-aula a lo largo del curso (10%).
- Evaluación de los trabajos y proyectos elaborados en el laboratorio, salida al campo, resúmenes y ejercicios propuestos (40%).
- Pruebas individuales realizadas en cada bloque (50%)
  - Todas las actividades, trabajos y las pruebas, se calificaron de 0 a 10.
  - Para poder aprobar la asignatura fue necesario, además de entregar todas las tareas programadas, presentarse a los exámenes.
  - Las actividades realizadas por los alumnos se corrigieron y evaluaron, bien mediante corrección individual por parte del profesor, mediante exposiciones en clase, mediante plataforma informática o en tutorías programadas.
  - Para aprobar la asignatura se tiene que aprobar los tres bloques por separado.

- La nota final se pondera entre las obtenidas en los diferentes bloques, asignándose un 40% de la nota a la obtenida en los bloques 1 y 2 y el restante 20% a la obtenida en el bloque 3.
- La convocatoria extraordinaria consistirá en la realización de una prueba global individualizada.

### 4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LOS ALUMNOS. COMPARACIÓN ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL EEES

El mejor sistema para determinar el éxito o fracaso del cambio de metodología empleada en el desarrollo de la asignatura de Estratigrafía es comparando los resultados de la evaluación de los alumnos al final del curso. Como se observa en la Fig. 1 el porcentaje de alumnos aprobados ha aumentado considerablemente, destacando el incremento de los que tienen una calificación de notable, aunque quizá lo más significativo, en nuestra opinión, es la reducción del número de alumnos que abandonaban la asignatura (los "no presentados"), que han resultado favorecidos con el sistema de la obligatoriedad de asistencia y la evaluación práctica.

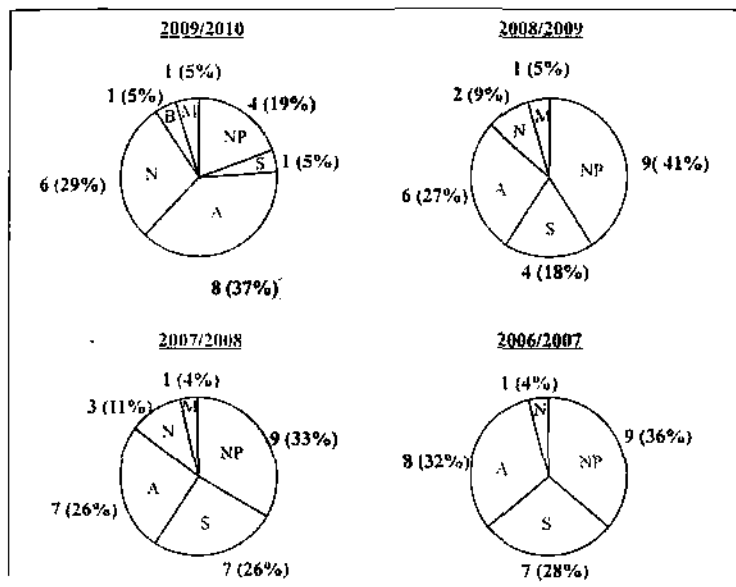


Fig. 1.- Estudio comparativo de las calificaciones finales obtenidas por los alumnos en los cursos 2006/07, 2007/08, 2008/09 y después de aplicar la metodología del EEES (curso 2009/10). Los números de cada porción de los diagramas circulares corresponden a los alumnos y entre paréntesis aparece el porcentaje sobre el total (NP: no presentado, S: suspense, A: aprobado, N: notable, B: sobresaliente, M: matrícula de honor).

## 5. CONCLUSIONES

La adaptación de la asignatura *Estratigrafía* al sistema del EEES ha supuesto una modificación de la metodología que, en nuestra opinión, ha favorecido la adquisición de los conocimientos por parte de los alumnos, evidencia que se ha visto reflejada en los resultados de su evaluación.

La estrategia metodológica ha supuesto una mejora en los siguientes aspectos:

- Aumento de la motivación del alumno, que se puede lograr mediante la cesión al alumno de parte de la responsabilidad (protagonismo), estableciendo interconexiones entre la enseñanza y el entorno vital y prestando mayor atención a su motivación. Es decir, personalización de la enseñanza.
- Flexibilización de la organización de la enseñanza (horarios, métodos, agrupamientos,...).
- Control del proceso educativo mediante evaluación continua y autoevaluación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Pascual, A. y Murelaga, X. (2007). Experiencia sobre la adaptación de la asignatura "Paleontología general y de invertebrados" al Espacio Europeo de Educación Superior. *Geogaceta*, 42, 99-102.
- Pascual, A., Murelaga, X. y Oñate, L. (2008). Estrategias didácticas para la enseñanza y el aprendizaje de competencias en «Geología marina» dentro del Espacio Europeo de Educación Superior. *Geogaceta*, 44, 135-138.
- Tent-Mandlús, J.E. (2008). Los créditos ECTS en la carrera de Ingeniero Geólogo de la Universidad de Alicante: el trabajo del alumno en la asignatura Técnicas Cartográficas. *Geo-Temas* 10, 67-70.